



Lejaren A. Hiller and Leonard M. Isaacson : Experimental Music : Composition with an Electronic Computer

McGraw-Hill Book Company (1959)

コンピュータを用いた自動作曲の研究分野では、最初期の研究例としてイリアック組曲 (Illiac Suite) が大変有名である。そんなイリアック組曲とはどのような曲で、どんな目的で、どのような方法で作られたかを紹介したい。幸い、イリアック組曲を自動作曲した研究者ら自身によって詳細に書かれている本があるため、その内容を概説する。

イリアック組曲は4つの楽章からなる弦楽四重奏曲 (楽器編成: 2本のバイオリン・1本のピオラ・1本のチェロ) で、米国イリノイ大学のコンピュータ Illiac を用いて作曲された。作曲は1955年に始まり、1956年7月に最初の3楽章 (3楽章の終結部分を除く) が完成し、第4楽章を含めた残りの部分が1956年11月までに完成した。イギリスで暗号解読用のプログラム可能なコンピュータ Colossus が誕生したのが1945年であり、イリアック組曲はコンピュータの実用的な利用が始まって10年たった頃に誕生していることが分かる。昨今はディープラーニングを使って作曲するのが流行っているが、目新しいものを使って作曲をしてみたいと思うのは今も昔も変わらないようである。

イリアック組曲について書かれた本は全部で7章に分かれており、その章構成はいかにも技術論文のようである。第1章は研究の背景 (問題の性質について)、第2章に理論と原理 (美学的な問題について)、第3章に既存研究 (実験的な音楽制作 Experimental Music について)、第4章でコンピュータの説明や数理モデル (技術的な問題について)、第5章は実験条件 (実験の詳細について)、第6章

に実験結果 (実験結果: イリアック組曲)、最後の第7章は今後の課題 (将来的ないくつかの音楽的応用) が述べられる (カッコ内は各章の原題の直訳である)。そして、この本の中でのイリアック組曲の位置づけは作品というより実験結果例の1つである。芸術作品としてイリアック組曲を制作することが目的なのではなく、コンピュータを用いた作曲にどのような可能性があるのかを追求することが目的であることが分かる。筆者らも「これ (イリアック組曲) は芸術作品として評価されるようなものではなく、いわば研究ノートのような研究記録である」と述べている。ちなみに、第3章にはイリアック組曲以前の自動作曲の試みが紹介されており楽しい。先代の王朝の歴史を、引き続き王朝が編纂した歴史書で知るように、イリアック組曲以前の歴史をイリアック組曲の書物でうかがい知ることができる。

議論は「どうしてコンピュータを使って音楽をつくるのか」という問いから始まる。筆者らは以下の3点を明らかにするためだとする。

- (1) 音楽が伝える内容は形式的に扱えるか
- (2) 音楽的・美学的なことをどこまでコンピュータで扱えるのか
- (3) 芸術においてコンピュータによる自動化に期待できる役割とはなにか

これらの問いからうかがえるのは、単に当時の新技術であるコンピュータを使って自動作曲を試みる、というのではなく、作曲にコンピュータがどのように活用できるのかを、コンピュータの特徴を踏まえて探求したい、という筆者らの態度

である。

次に筆者らはコンピュータに作曲をさせるにあたって、作曲とはそもそもどういうものかについて考察する。プラトン (Plato)・アリストテレス (Aristotle) といった古代ギリシャの哲学者から、マイヤー (Meyer)・シェンカー (Schenker) などの音楽学者、ストラヴィンスキー (Stravinsky) といった作曲家の言説の引用を駆使し、作曲とは乱雑に数多ある素材を適切に取捨選択しながら行うものである、という作曲行為のモデルを導いている。また音楽は細やかに巧妙に (sensible) に作られているものでもあり、そのことは厳密な規則立てに表現できるものが多いことも指摘している。

この考察に基づき、筆者らは作曲の過程の形式的なプロセス化を推し進める。その結果、音の高さ・長さ・強さ・リズムを膨大な可能性からそれぞれ1つを選び、作曲の規則に応じて取捨選択することを繰り返す、という処理による形式化にたどり着く。そして、この処理を実行するのは、人間の作曲家よりもコンピュータの方が得意であることが分かる。なぜなら、コンピュータは人間がさいころを振るよりも高速に疑似乱数を生成することができ、それによって音楽の素片の候補を大量に生成できるからである。また、当時のコンピュータの最新機能でもあった「プログラムができる」という機能と状態遷移マシンの機構による条件分岐は、人手で電算処理を入力して実行するよりも作曲の規則を速く処理可能だからである。このような、サンプルをランダムに生成し規則に基づいた取捨選択を行う手法を、筆者らはモンテカルロ・メソッドと呼んでおり、以前にほかの研究で同様の手法でコンピュータを用いた経験があったと述べている。

イリアック組曲の4つの楽章は、それぞれ異なった作曲の規則を用いて生成されている。第1楽章は簡略化された対位法の規則を用い、用いる音高

もハ長調の音階に限定している。1声 (パート) のメロディ (定旋律) から4声まで、曲が進むにつれて徐々に声部を増やしながら生成している。対位法とは、複数のパートを組み合わせる際の指針で、古典的な音楽の書法の1つである。第2楽章では、第1楽章で簡略化のために考慮しなかった対位法の規則を含めて用いて作曲を行っている。非和声音という和音に含まれない音高も多く含まれた生成結果が出力されており、響きが美しい。続く第3楽章は、より現代的な書法を規則に用いたもので、音高のみならずリズムのパターン・音量・楽器奏法をも疑似乱数によって生成された整数に対応させて自動作曲した結果である。さらにこの楽章ではシンプルな十二音技法に基づいた生成も行っている。十二音技法とはオクターブ中に含まれる12個の音高の曲中に現れる順番をあらかじめ決めておき、原則的にその順番に従いながらメロディや和音を作曲する、主に調性のない音楽を作曲するための方法である。最後に第4楽章では、コンピュータを使った新しい作曲を行うことを目的として、マルコフ連鎖の確率テーブルを用いた自動作曲を行い、当時の既存の音楽の作り方から離れる第一歩を目指している。

これら各楽章が自動作曲されるにあたって、人手による選択を可能な限り減らそうとしている筆者らの態度は興味深い。芸術的に優れた作品としてイリアック組曲を作るのであれば、コンピュータによって自動作曲された結果に対して人手で修正を加えることもあって良さそうなものである。しかし筆者らは、メロディやリズムをあくまで生成された順番で曲に用い、どの声部から生成するかといった任意な部分については一様分布に従ってランダムに決めるなど、人手による介入を可能な限り避けている。ただし、各楽章は、複数回の試行のもと、最も良かったと思われる生成結果がイリアック組曲に組み入れられた、とのことである。

以上、自動作曲の最初期の例として有名なイリ



アック組曲について、それがどのような曲で、どんな目的で、どのような方法で作られたかについて書かれている本を概説した。イリアック組曲は、コンピュータを用いて自動作曲された初めての弦楽四重奏曲であるということ以上に、作曲の過程の形式的なプロセス化から論じ、そのプロセスを実行するのにコンピュータが力を発揮することを指摘した、いわば「コンピュータによる自動作曲原論」のような研究の成果であったことは、もっと広く知られてよい。

イリアック組曲以来、コンピュータの技術発展に伴って、ルールベース・事例ベース・機械学習ベースのさまざまな自動作曲手法が生まれてきた。し

かし自動作曲をする目的については、このイリアック組曲当時からそれほど変わっていないように思われる。時代時代の最先端のコンピュータを惜しみなく使って、自動作曲の試みが続けられている様子を見るに、我々人類はコンピュータに音楽を作らせているつもりが、コンピュータに音楽を作らせ続けられてきたのかもしれない。

(2019年7月2日受付)

.....
深山 覚 (正会員) s.fukayama@aist.go.jp

2013年東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻博士課程修了。博士(情報理工学)。同年より産業技術総合研究所研究員、2017年より主任研究員。専門は音楽情報科学。2009年度本会山下記念研究賞受賞。

